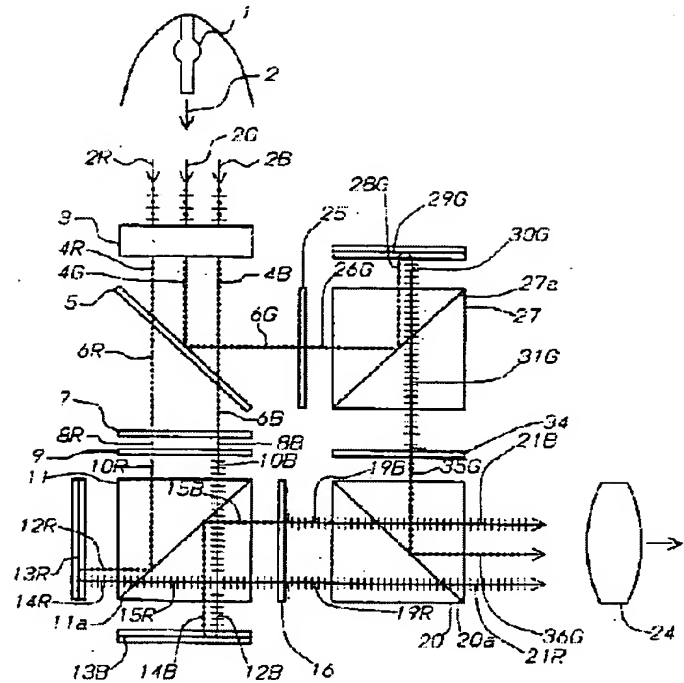


## Patent Abstracts of Japan

TITLE : OPTICAL ENGINE AND LIQUID  
CRYSTAL PROJECTOR USING THE  
SAME



COPYRIGHT: (C)2001,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-154268

(P2001-154268A)

(43) 公開日 平成13年6月8日(2001.6.8)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

テマコード\* (参考)

G 0 3 B 21/00

G 0 3 B 21/00

D 2 H 0 8 8

G 0 2 B 27/28

G 0 2 B 27/28

Z 2 H 0 9 1

G 0 2 F 1/13  
1/1335

5 0 5  
5 1 5

G 0 2 F 1/13  
1/1335

5 0 5 2 H 0 9 9  
5 1 5 5 G 4 3 5

G 0 3 B 33/12

G 0 3 B 33/12

審査請求 未請求 請求項の数29 O L (全 18 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2000-14016(P2000-14016)

(22) 出願日 平成12年1月19日(2000.1.19)

(31) 優先権主張番号 特願平11-213160

(32) 優先日 平成11年7月28日(1999.7.28)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(31) 優先権主張番号 特願平11-263150

(32) 優先日 平成11年9月17日(1999.9.17)

(33) 優先権主張国 日本 (J P)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72) 発明者 松田 裕

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72) 発明者 大内 敏

神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内

(74) 代理人 100075096

弁理士 作田 康夫

最終頁に続く

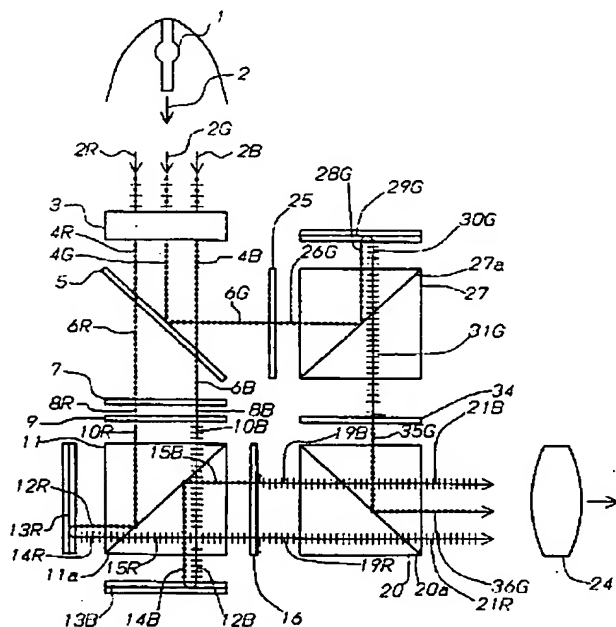
(54) 【発明の名称】 光学エンジン及びそれを用いた液晶プロジェクタ

(57) 【要約】

【課題】 反射型液晶表示素子を用い、高輝度、高コントラストな画像が得られる液晶プロジェクタ技術の提供。

【解決手段】 特定波長域の偏光を回転させる偏光回転素子を、反射型液晶表示素子による反射映像光が通過する光路中に配置する。

図 1



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】照明光学系の光源から出射した照明光を、R、G、Bの3原色に分離するための色分離合成光学系を経て3枚の反射型液晶表示素子に入射させ、該反射型液晶表示素子で反射した3原色の映像光をカラー映像光に合成後投写レンズで拡大投写する液晶プロジェクタ用の光学エンジンにおいて、

上記色分離合成光学系が、上記反射型液晶表示素子の光軸上に、2個の偏光ビームスプリッタプリズムと、ダイクロイック反射薄膜を備えるダイクロイック光学素子2個とを組み合わせて構成されることを特徴とする光学エンジン。

【請求項2】照明光学系の光源から出射した照明光を、R、G、Bの3原色に分離するための色分離合成光学系を経て3枚の反射型液晶表示素子に入射させ、該反射型液晶表示素子で反射した3原色の映像光をカラー映像光に合成後投写レンズで拡大投写する液晶プロジェクタ用の光学エンジンにおいて、

上記色分離合成光学系が、上記反射型液晶表示素子の光軸上に、3個の偏光ビームスプリッタプリズムと、ダイクロイック反射薄膜を備えるダイクロイック光学素子1個とを組み合わせて構成されることを特徴とする光学エンジン。

【請求項3】上記3枚の反射型液晶表示素子のうちG光に対応する反射型液晶表示素子の反射面の略直前位置に1個の偏光ビームスプリッタプリズムが配され、R、B光に対応する2枚の反射型液晶表示素子が互いに略隣接しかつ略90度の角度を成して配され、両反射面の略直前位置に1個の偏光ビームスプリッタプリズムが配された請求項1または請求項2に記載の光学エンジン

【請求項4】上記2個の偏光ビームスプリッタプリズムから出射される映像光が、第3の偏光ビームスプリッタもしくは上記ダイクロイック光学素子の2面より入射して合成される請求項1または請求項3に記載の光学エンジン。

【請求項5】Gの映像光とR、Bの映像光を合成する合成用の偏光ビームスプリッタプリズムもしくはダイクロイック光学素子に入射するG光の偏光方向が、R、B光の偏光方向と略直交する構成である請求項4に記載の光学エンジン。

【請求項6】上記色合成光学系中で3原色映像光のうち2色の映像光が通過する光路中に、特定波長域の光の偏光を回転させる波長選択性偏光回転素子を備えた請求項1から5のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項7】照明光学系の光源から出射した照明光を、R、G、Bの3原色に分離するための色分離合成光学系を経て3枚の反射型液晶表示素子に入射させ、該反射型液晶表示素子で反射した3原色の映像光をカラー映像光に合成後投写レンズで拡大投写する液晶プロジェクタ用の光学エンジンにおいて、

G光を色分離したR、B光が通過する光路中にそれぞれ、特定波長域の光の偏光を回転させる波長選択性偏光回転素子であってRまたはB光のいずれか一方の光の偏光方向を略90度回転させる波長選択性偏光回転素子を配したことを特徴とする光学エンジン。

【請求項8】上記波長選択性偏光回転素子が第1、第2の波長選択性偏光回転素子から成り、色分離のとき、G光を分離後該第1の波長選択性偏光回転素子と上記偏光ビームスプリッタプリズムを用いてR、B光を分離し、色合成のとき、偏光ビームスプリッタプリズムを用いてR、B光を合成後、該第2の波長選択性偏光回転素子を用いてR、Bの偏光方向を略同じ方向に変換し、その後G光を合成するように構成した請求項7に記載の光学エンジン。

【請求項9】上記波長選択性偏光回転素子が、400nm～500nm近傍の波長帯域もしくは600nm～700nm近傍の波長帯域の光に対し偏光を回転させる構成を有する請求項6から8のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項10】上記波長選択性偏光回転素子が、同じ偏光方向で入射する400nm～500nm近傍の波長帯域の光と、600nm～700nm近傍の波長帯域の光を、偏光方向が互いに略直交するようにそれぞれの偏光を回転させる構成を有する請求項6から8のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項11】上記波長選択性偏光回転素子が、偏光を回転させる波長域と偏光を回転させない波長域の間の過渡域の境界波長が略500nm～600nm間に設定されている請求項6から8のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項12】上記偏光ビームスプリッタプリズムは、G光が通過する光路中のものが、G光に対し透過率もしくは反射率が安定したピーク帯域の特性を有する請求項1から5のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項13】上記偏光ビームスプリッタプリズムは、R、B光が通過する光路中のものが、RまたはB光に対し透過率もしくは反射率が安定したピーク帯域の特性を有する請求項1から5のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項14】上記偏光ビームスプリッタプリズムと上記波長選択性偏光回転素子とを互いに貼り合わせて一体状とした、または、上記偏光ビームスプリッタプリズムと上記波長選択性偏光回転素子と上記ダイクロイック光学素子としてのダイクロイックプリズムとを、互いに貼り合わせて一体状とした請求項1から11のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項15】G光を分離後、G光の通過光路中及びR、B光の通過光路中で上記偏光ビームスプリッタプリズムの前にそれぞれ、偏光板等の偏光整流素子を設けた請求項1から8のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項16】上記偏光整流素子は、カラーフィルタもしくはダイクロイックフィルタ等の色調整手段を有する請求項15に記載の光学エンジン。

【請求項17】R光とB光の2色の色分離及び合成を、1つの偏光ビームスプリッタプリズムで行い、かつ光源と該偏光ビームスプリッタプリズムの映像光入射面との間に、特定波長の光に対しては偏光整流素子として働く特定の波長域の光専用の偏光板が配置される請求項15に記載の光学エンジン。

【請求項18】R光とB光の色分離及び合成を偏光ビームスプリッタプリズムの1つで行い、該偏光ビームスプリッタプリズムの照明光入射面の対面にはR光に対応する反射型液晶表示素子を配し、該偏光ビームスプリッタプリズムの映像光出射面の対面にはB光に対応する反射型液晶表示素子を配し、かつ、該偏光ビームスプリッタプリズムの照明光入射面に、B光に対して偏光整流素子として働くB光専用の偏光板を配した請求項15に記載の光学エンジン。

【請求項19】上記偏光板と上記偏光ビームスプリッタプリズムとの間に冷却用の風路を設けた請求項15から18のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項20】上記光源と上記偏光ビームスプリッタプリズムとの間にコンデンサレンズを配し、該偏光ビームスプリッタプリズムに入射する照明光の主光線が上記反射型液晶表示素子の周辺部に対し略鉛直に入射する構成とした請求項1から11のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項21】色分離前の光路上にコンデンサレンズを配し、上記ビームスプリッタプリズムに入射する照明光の主光線が、上記型液晶表示素子周辺部に対して略鉛直に入射する構成とした請求項1から11のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項22】上記コンデンサレンズの平面部に偏光板もしくはダイクロイックフィルタを設けた請求項20または21に記載の光学エンジン。

【請求項23】上記反射型液晶表示素子のそれぞれの略直前にコンデンサレンズを配し、該反射型液晶表示素子に入射する照明光の主光線が、該反射型液晶表示素子の周辺部に対しても略垂直に入射する構成とした請求項1から11のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項24】上記コンデンサレンズは、その中心軸が、反射型液晶表示素子の中心軸とほぼ一致、かつ、投写レンズの中心軸に対しては偏心している請求項23に記載の光学エンジン。

【請求項25】上記ダイクロイック光学素子のダイクロイック反射薄膜を、一定方向に膜厚を変えて反射波長特性を変化させた傾斜薄膜とした請求項23に記載の光学エンジン。

【請求項26】上記R、Bの映像光と上記Gの映像光とを合成するプリズムであって、そのサイズが、R、Bの

反射型液晶表示素子の略直前に配された偏光ビームスプリッタプリズム、及びGの反射型液晶表示素子の略直前に配された偏光ビームスプリッタプリズムのいずれよりも大きいプリズムを備える請求項1から11のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項27】上記プリズムは、その光入射面に角面取り部を設けてある請求項25に記載の光学エンジン。

【請求項28】上記各プリズムの上下両面に黒色塗料を塗布した請求項1から27のいずれかに記載の光学エンジン。

【請求項29】請求項1から28のいずれかに記載の光学エンジンと、該光学エンジン中の反射型液晶表示素子を駆動する駆動回路とを備えたことを特徴とする液晶プロジェクタ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、3枚の反射型液晶表示素子を用いた表示技術に係り、特に3原色の映像光を分離合成する色分離合成光学系の少なくとも一部に偏光ビームスプリッタプリズムを用いる技術に関する。

【0002】

【従来の技術】この種の反射型液晶表示素子を使用する液晶プロジェクタとして、例えば特開平10-312034号公報に記載がある。

【0003】また、特定の波長域の光のみ偏光を回転させる偏光回転素子を使用した液晶プロジェクタとしては、例えばUnited States Patent No. 5,751,384に記載のCOLOR POLARIZERS FOR POLARIZING AN ADDITIVE COLOR SPECTRUM ALONG A FIRST AXIS AND ITS COMPLIMENT ALONG A SECOND AXISにその特徴が開示されている。

【0004】図10に、前者の開示資料による光源、偏光ビームスプリッタプリズム、3枚の反射型液晶表示素子、色分解光学系（色合成光学系も兼ねる）とを備える液晶プロジェクタ光学系の概略上面図を示す。以下、図10を用いて、この関連技術としての光学系及びそれを用いた液晶プロジェクタを詳細に説明する。

【0005】光源S1は、高圧水銀灯、キセノンランプ等からなる白色光源であり、放射された光はリフレクタにより、略平行光S2へと変換される。略平行光S2は、R光の成分S2R、G光の成分S2G、B光の成分S2Bからなり、偏光変換素子S3により紙面に垂直な波面のみを持つ光へと整流される。ここで偏光変換素子とは、特定の偏光面を持たない無偏光の略平行光を特定の偏光面に整流する作用を持つ光学素子である。尚説明の簡易化の為、今後紙面に垂直な波面のみを持つ光をS偏光、紙面に水平な波面のみを持つ光をP偏光と表記する。

【0006】偏光変換素子83から出射した該S偏光は、S偏光のみ透過する向きに配置された偏光板83aを通過し、RのS偏光84R、GのS偏光84G、BのS偏光84B、となる。次に偏光ビームスプリッタプリズム85に入射した3原色のS偏光は、スプリッタ面85a（S偏光のみ反射させる性質を持つ多層薄膜）で反射され、色分離合成プリズム86に入射する。

【0007】色分離合成プリズム86は、4個の直角プリズムの直角を挟む面をそれぞれ接着剤により張り合わせ、張り合わせ面にR反射ダイクロイックミラー86RとB反射ダイクロイックミラー86Bを蒸着した構成となっている。ここでR反射ダイクロイックミラー86Rは、R光のみを反射し、且つG光、B光を透過する性質を持つ多層薄膜である。またB反射ダイクロイックミラー86BはB光のみ反射し、R光、G光を透過する性質を持つ多層薄膜である。

【0008】色分離合成プリズム86に入射した略平行なS偏光84R、84G、84Bは、GのS偏光84Gのみ直進し、RのS偏光84RはR反射ダイクロイックミラー86Rに、BのS偏光84BはB反射ダイクロイックミラー86Bにより反射され、それぞれの色に対応する反射型液晶表示素子87R、87G、87Bに入射する。そして反射型液晶表示素子の各画素毎に、明るく表示させる場合にはP偏光へ変換され、暗く表示させる場合にはS偏光のまま、反射される。尚、図7中では明るく表示させる光のみ作図している。反射された略平行光は、明るく表示される場合は、RのP偏光88R、GのP偏光88G、BのP偏光88Bとなり、色分離合成プリズム86により白色光へと合成され、再度偏光ビームスプリッタ85に入射する。ここで明るく表示させる光であるP偏光は、スプリッタ面85aを透過し、投写レンズ90により拡大投写され、P偏光の映像光91となり、スクリーン等へと入射する。また暗く表示させる光であるS偏光は3色共に色分離合成プリズム86を通過した後、偏光ビームスプリッタプリズム85のスプリッタ面85aにおいて反射され、投写レンズ90へは到達しない。

【0009】但し、偏光ビームスプリッタプリズム85の偏光分離性能を、S偏光を100%反射させる性能とすることは困難であるため、本来暗く表示させる光であるS偏光の一部が偏光ビームスプリッタ85のスプリッタ面85aを透過してしまい、画像のコントラストが劣化する。そこで偏光ビームスプリッタプリズム85と投写レンズ90の間に、偏光板89をP偏光のみ透過させる角度に配置する事でS偏光が吸収され、コントラストの高い画像を得ることが出来る。

【0010】尚、図7では反射型液晶表示素子に入射する光をS偏光、反射された光の内、明るく表示させる光をP偏光とした構成を記載したが、実際には光源81と投写レンズ90の位置を入れ替える等により、入射光を

P偏光、明るく表示させる反射光をS偏光とする構成も容易に考えることが出来る。

【0011】また後者の開示資料United States Patent No5、751、384によれば、偏光回転素子を製作するにあたり、回転角の異なる位相差板を積層させることにより、特定の波長域の光のみの偏光を回転させることが可能となる。開示資料中のFig. 3に、後者の開示資料による偏光回転素子の構成の一例を示し、Fig. 4に該偏光回転素子の波長特性を示す。Fig. 4に示すように、本開示資料による偏光回転素子は、波長約500nm以上の光のみ偏光を回転させ、波長500nm以下の光の偏光は回転させない性質を持つ。ここで、積層させる位相差板の構成を変えることにより偏光を回転させる波長帯域をコントロールすることが出来る。

【0012】また図10に、本開示資料による液晶プロジェクタ色合成光学系の概略上面図を示す。

【0013】以下、図10を用いて、この関連技術としての液晶プロジェクタ光学系を詳細に説明する。

【0014】図10は本開示資料の液晶プロジェクタの色合成光学系を示すもので、光源、色分離光学系、投写レンズは省略している。図10中、96、99は本開示資料による、特定波長域の光の偏光を回転させる偏光回転素子であり、96はG光の偏光を回転させ、また99はB光の偏光を回転させる性質を持つ。

【0015】R、G、Bの3原色の画像表示素子93R、93G、93Bから出射した映像光は、Bの映像光はP偏光94B、Rの映像光はS偏光94R、Gの映像光はP偏光94Gで構成されている。Rの画像表示素子93Rから出射したS偏光の映像光94Rと、Gの画像表示素子93Gから出射したP偏光の映像光94Gは、それぞれ別の面から偏光ビームスプリッタプリズム95に入射する。ここでRのS偏光94Rはスプリッタ面95aにより反射され、またGのP偏光94Gはスプリッタ面95aを透過し、R光はS偏光、G光はP偏光の成分を持つ1つの映像光に合成される。次に映像光は、G光のみの偏光を回転させる偏光回転素子96に入射し、RのS偏光94Rは変化せずS偏光97Rとなり、GのP偏光94Gの偏光は回転しGのS偏光97Gとなることにより、RG共にS偏光の成分を持つ映像光へと変換される。このRのS偏光97R、GのS偏光97Gは共に偏光ビームスプリッタプリズム98に入射し、スプリッタ面98aで反射される。

【0016】一方、Bの画像表示素子93Bより出射したBのP偏光を持つ映像光94Bは、偏光ビームスプリッタプリズム98に入射し、スプリッタ面98aを透過する。こうしてRGBの映像光が合成され、R、G光はS偏光、B光はP偏光の成分を持つ映像光となる。そしてこの映像光はB光のみの偏光を回転させる偏光回転素子99に入射し、RのS偏光97R、及びGのS偏光9

7Gは変化せずRのS偏光100R、GのS偏光100Gとなり、BのP偏光94Bのみ偏光が回転しBのS偏光100Bとなることにより、全てS偏光の成分を持つ映像光へと変換され、投写レンズ101により拡大投写される。このように、本開示資料による技術では、ダイクロックミラーでなく偏光ビームスプリッタプリズムによる色合成が可能となる。

【0017】ここで、図10に示す公知の光学系に反射型液晶表示素子を応用した場合の、光学系概略上面図を図11に示す。

【0018】以下、図11を用いてこの公知の光学系を詳細に説明する。

【0019】R及びGの光を発生する光源110より放射された光はリフレクタにより略平行な光111へと変換され、R光111R、G光111Gとなる。R光111RとG光111Gとは偏光変換素子112を通過し共にP偏光を持つ光へと変換された後、G光のみの偏光を回転させる偏光回転素子113により、R光111RはRのP偏光114R、G光111GはGのS偏光114Gへと変換される。RのP偏光114RとGのS偏光114Gは偏光ビームスプリッタプリズム115に入射し、スプリッタ面115aによりRのP偏光114Rは直進し、GのS偏光114Gは反射され、それぞれ反射型液晶表示素子116R、116Gに入射する。ここで明るく表示させる光は、R映像光はS偏光117R、G映像光はP偏光117Gとして反射され、偏光ビームスプリッタプリズム115に再度入射する。偏光ビームスプリッタプリズム115のスプリッタ面115aでは、RのS偏光117Rは反射され、GのP偏光117Gは直進することにより、2つの映像光が合成される。この、RはS偏光、GはP偏光を持つ映像光はG光のみの偏光を回転させる偏光回転素子118に入射し、RのS偏光117Rは変化せずRのS偏光119Rとなり、GのP偏光117Gは偏光が回転し、GのS偏光119Gとなる。そしてR、G共にS偏光となり偏光ビームスプリッタプリズム120に入射し、スプリッタ面120aで反射される。

【0020】一方、Bの光を発生する光源125より放射されたB光126Bは、偏光変換素子127によりBのS偏光128Bへと変換され、偏光ビームスプリッタプリズム120に入射する。次にスプリッタ面120aにより反射されたBのS偏光129Bは、Bの反射型液晶表示素子130Bに入射する。そして明るく表示させる光はP偏光131Bとなり、偏光ビームスプリッタプリズム120に再度入射し、今回はP偏光であるため、スプリッタ面120aを透過し、直進する。こうしてB光はP偏光、R光、G光はS偏光の成分を持つ白色光に合成された映像光は、B光のみの偏光を回転させる偏光回転素子122に入射し、BのP偏光131Bは偏光が回転しBのS偏光132Bとなり、またRのS偏光11

9R、GのS偏光119Gは変化せず、121R、121Gとなり、全てS偏光成分を持つ映像光となり、投写レンズ124により拡大投写される。また、反射型液晶表示素子116R、116G及び130Bにより暗く表示させる映像光へと変換された光（入射光と同じ偏光を持たされた反射光）は、偏光ビームスプリッタプリズム115、120により光源へと導かれ、投写レンズ124へは到達しない。但し、偏光ビームスプリッタプリズムによる分離性能を、S偏光、P偏光共に100%反射、もしくは透過させる特性とすることは困難であるため、本来暗く表示させる映像光の一部が投写レンズに到達してしまい、画像のコントラストを劣化させる。そこで画像コントラスト向上のため、偏光回転素子122と投写レンズ124の間に偏光板123を配置することが必要となる。

【0021】また、本開示資料におけるRGBの色の配置は、本構成に限ったものではなく、他の配置でも同様の性能が得られることは明白である。

【0022】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、前者の開示資料の特開平10-312034号公報に記載の技術では、セットの小型化には有利であるが、画像の高コントラスト化と高輝度化を両立させることが困難となる。本開示資料に使用されているダイクロックミラーは、一般的に光のS偏光とP偏光により、波長反射特性が大きく異なるという性質を持つ。

【0023】図13に、色分離合成プリズムの1面より光を入れた場合の透過率の1例を示す。図13中のグラフの横軸は光の波長を示し、縦軸は透過率を示す。図13に示すように、G光の透過率の波長帯域はS偏光に対して狭く、P偏光に対しては広がる。またR光、B光に対してはその逆となる。ここで本開示資料に使用される液晶プロジェクタでは、明るく表示させる信号に対応した光は、反射型液晶表示素子に入射する光はS偏光、反射された光はP偏光となり、色分離時と色合成時の波長特性が異なることになる。例えば、波長580nmの光は入射時にはR反射ダイクロックミラーにより反射されRの反射型液晶表示素子に入射するが、反射された後はP偏光となり、R反射ダイクロックミラー及びB反射ダイクロックミラーを透過し、Bの反射型液晶表示素子に入射し、迷光となり、画像のコントラストを著しく劣化させる。この迷光を防ぐためには、波長580nm及び波長500nm近傍の光をあらかじめカラーフィルタ等でカットしなければならず、光利用率の低下を招く。また、入射光をP偏光とした場合の構成に付いても同様に、G光の迷光が発生する。このように従来の技術の液晶プロジェクタでは、高コントラストと高輝度との両立が困難となる課題がある。

【0024】また後者の開示資料の United States Patent No 5, 751, 384による

技術では、反射型液晶表示素子を使用した色分離合成光学系の持つ課題については考慮されていない。

【0025】反射型液晶表示素子を使用し、かつ入射光と出射光に異なる偏光を持たせる光学系では、入射光と出射光の一部が同一の光路を通過し、更に色分離光学系と色合成光学系の少なくとも1部が共用されるため、反射型液晶表示素子の直後に偏光板を設置し画像のコントラスト向上させることが困難となる課題を持つが、本開示資料による技術では前記の反射型表示素子を使用した光学系の課題については考慮されていない。

【0026】図12に示すような、RGBの映像光を偏光ビームスプリッタプリズムにより合成する光学系では、合成された映像光がS偏光とP偏光を持つため、コントラストを向上させるための偏光板を設置する際に、偏光板の前に特定の波長のみ偏光を回転させる偏光回転素子を設置することが必要となる。しかし、この波長選択性を持つ偏光回転素子は偏光を完全に90度回転させる波長域と回転させない波長域との間に10nmから30nm以上のギャップを持ち、その間の波長域の光については偏光の回転角が緩やかに変化し、楕円偏光となる特性を持つ。この過渡域での楕円偏光は、画像のコントラストを著しく劣化させることとなるため、画像のコントラストを向上させるためには、この過渡域での光をフィルタ等でカットする必要が発生し、光の利用効率が低下するという課題を持つ。

【0027】また、一般に白色光源、及び1本の投写レンズを使用し、RGB3原色の色分離合成を行う3板式の投写装置では、投写レンズから3枚の表示素子までの光学距離が同一であることが投写レンズのフォーカス性能を得るため必要となり、更に投写レンズと表示素子との光学距離を短くし投写レンズのバックフォーカスを短くすることがフォーカス性能を得る上で重要となる。また、画像の色むらを少なくするためには、光源から3枚の表示素子までの光学距離も略同一であることが望ましく、画像の高輝度化を図るためには、光源から表示素子までの距離を短くすることが望まれる。特に反射型表示素子を使用した光学系では、入射光と出射光とが一部同一の光路を通過するため、これらの両立が困難となる課題があるが、本開示資料による技術では、これらの課題については考慮されていない。

【0028】そこで本発明の目的は、反射型液晶表示素子を使用した液晶プロジェクタ光学エンジンにおいて、光利用率が高く且つ、画像のコントラストの高い光学エンジン及びそれをを用いた液晶プロジェクタを提案することにある。

【0029】また、本発明の目的は、光源からRGBの3枚の反射型液晶表示素子までの距離をほぼ等距離とし、色むらを少なくさせると共に、反射型液晶表示素子と投写レンズとの距離を等距離で且つ短くし、投写レンズのバックフォーカスを短くさせ、フォーカス性能の優れた

小型で且つ軽量の液晶プロジェクタ光学エンジン及びそれをを用いた液晶プロジェクタを提案することにある。

【0030】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために請求項1から11に記載の本発明では、光源、色分離光学系、3枚の反射型液晶表示素子、色合成光学系、投写レンズ、とを備え、該光源からの照明光を色分離光学系によりR、G、Bの3原色に分離し、3枚の反射型液晶表示素子に入射させ、該反射型液晶表示素子により反射された3原色の映像光を該色合成光学系によりカラー映像へと合成し、該カラー映像光を該投写レンズにより拡大投写する液晶プロジェクタ用光学ユニットにおいて、反射型映像表示素子に入射する光軸上に偏光ビームスプリッタプリズム2個とダイクロイック光学素子2個、または偏光ビームスプリッタプリズム3個と前記ダイクロイック光学素子1個を組合せる構成とした。

【0031】そして白色光源から出射した照明光をR、G、Bともに同一の偏光方向となるように偏光変換素子を配置し、該色分離光学系でまずG光をRB光に対して分離する構成とした。

【0032】そして分離後のRB光路中に該特定波長域の偏光を回転させる偏光回転素子を配置し、RとB照明光の偏光方向を互いに略90度の角度を持ち交差する偏光へと変換し、偏光ビームスプリッタプリズムを使用してRB光の分離を行う構成とした。また該偏光ビームスプリッタプリズムは反射型液晶表示素子により反射されたRBの映像光を合成する作用も持たせる構成とした。この時、G光と分離されたR光、B光は、特定波長域の偏光方向を回転させる偏光回転素子により、何れか一方の光が偏光方向を回転され、偏光ビームスプリッタプリズムに入射する。また該偏光回転素子はG光の領域である略510～580nmの帯域を境に特性が変化する構成とする。偏光ビームスプリッタにより偏光方向の異なるR光、B光は分離され、それぞれの反射型液晶表示素子入射し、反射され再度偏光ビームスプリッタプリズムに入射し、映像を得ると同時に再び合成される。

【0033】この構成により、1つの偏光ビームスプリッタプリズムで同時に2色の画像を得ることができ、小型かつ軽量の光学エンジンの設計が可能となる。また特定の波長域の偏光を回転させる偏光回転素子をR、B光の通過する光路中に配置することが出来、前記偏光回転素子の過渡域の波長であるG光は別の光路を通過させることにより、過渡域の光をカットすることなく、かつ高いコントラストを持つ映像を得ることが出来る。

【0034】また、請求項12、13に記載の本発明では、反射型液晶表示素子の略直前に配置され、入射光である照明光と映像光を入射光である照明光と別の面から出射させる偏光ビームスプリッタプリズムが、G光用とR、B光用とでそれぞれ別の光路中に設置させることに着目し、それぞれの偏光ビームスプリッタプリズムをそ



れぞれ通過する光の波長域専用の仕様とした。この構成により、より高い画像のコントラストを得ることが出来る。

【0035】また、請求項14に記載の本発明では、第1の偏光ビームスプリッタプリズム、第1の偏光回転素子、第2の偏光ビームスプリッタプリズム、第2の偏光回転素子、第3の偏光ビームスプリッタプリズムもしくはダイクロイックミラープリズムを互いに張り合わせて一体状に構成した。この構成により、光学ユニットのサイズをより小型化出来る。また反射面を減らすことが出来、よりコントラストの高い、高輝度な画像を得ることが出来る。

【0036】また、請求項15に記載の本発明では、偏光変換素子を通過した後の照明光に不要な偏光成分（照明光がS偏光である場合はP偏光成分、照明光がP偏光である場合はS偏光成分）が含まれていることに着目し、G光をR、B光に対して分離した後、G光が通過する光路、及びR、B光が通過する光路でかつ、前記偏光ビームスプリッタプリズムの前にそれぞれ偏光板等の偏光整流素子を設ける。この構成により、入射照明光に含まれる不要な偏光成分をカットすることから、より高い画像のコントラストを得ることが出来る。また、この構成により、偏光板等を通過する光エネルギーをG光と、R、B光との各光路に分散させることが出来、偏光板等の耐久性を高めることが可能となる。

【0037】また請求項16に記載の本発明では、前記偏光整流素子は、カラーフィルタもしくはダイクロイックフィルタ等の色調整手段を有する構成とした。この構成により、G光とR光、G光とB光のような隣り合う波長域の光が同じ色調整フィルタを通過しないため、フィルタ等により単色の色補正を行う場合により高い輝度を得ることが出来る。

【0038】また請求項17、18に記載の本発明では、R光とB光の通過する光路に設置された偏光ビームスプリッタプリズムは、R光もしくはB光のどちらかの色の光、プリズム内を直進するP偏光に対しては、入射照明光の不要なS偏光成分を十分カット出来るが、もう一方の色の光であるスプリッタで反射されるS偏光の光については不要なP偏光成分が一部スプリッタ面で反射されてしまうため、2色中のS偏光の1色のみ偏光板等による入射光のコントラスト改善が必要である点に着目した。ここで一般的に偏光板は、可視光域の全ての光に対して吸収軸での透過率を1%以下とすると、透過軸での透過率が90%前後となり、透過軸の光も10%近く吸収することになるが、吸収軸での透過率を1%以下とする波長域を可視光域の1/3程度とし特定の波長域の光専用の偏光板とすると、透過軸での透過率を可視光域全域で高めることが出来る。そこで上記偏光ビームスプリッタプリズムの光入射面に、特定の波長の光に対しては偏光整流素子として働く特定波長の光専用の偏光板が

配置される構成とした。この構成により、R、Bの両方の映像光で高いコントラストを得ながらより偏光板の透過率を高め、より高輝度の画像を得ることが出来る。

【0039】また請求項19に記載の本発明では、前記偏光板等は、透過軸の光も一部吸収するため、高輝度な光学ユニットに使用する場合は高温になる点に着目し、偏光板等と偏光ビームスプリッタプリズムとの間に、冷却用の風路を設ける構成とした。この構成により、偏光板等の温度を下げるとともに、偏光ビームスプリッタプリズムの熱膨張による色むらを低減出来る。

【0040】また請求項20、21に記載の本発明では、光源と、偏光ビームスプリッタプリズムとの間にコンデンサレンズを配置し、偏光ビームスプリッタプリズムに入射する照明光の主光線が、反射型液晶表示素子周辺部に対して略鉛直に入射する構成とした。この構成により、偏光ビームスプリッタプリズムの角度依存性による色むらを低減出来る。

【0041】また請求項22に記載の本発明では、コンデンサレンズ平面部に偏光板もしくはダイクロイックフィルタを設けた構成とした。この構成により、光学ユニットの小型化を図ることが出来ると共に、反射面数を低減出来、より高い輝度を得ることが出来る。

【0042】また請求項23に記載の本発明では、各反射型液晶表示素子の略直前にコンデンサレンズを配置し、反射型液晶表示素子に入射する照明光の主光線が、反射型液晶表示素子周辺部に対して略鉛直に入射する構成とした。この構成により、偏光ビームスプリッタプリズムもしくはダイクロイックミラープリズム内部での内部反射を低減出来、より高い画像のコントラストを得ることが出来る。

【0043】また請求項24に記載の本発明では、コンデンサレンズの中心軸が、反射型液晶表示素子の中心軸とほぼ一致し、かつ投写レンズの中心軸に対しては偏心している構成とした。この構成により投写レンズの偏心させ、投写画像をシフトさせた場合にも画像の中央と周辺との明るさの差の少ない光画質な画像を得ることが出来る。

【0044】また請求項25に記載の本発明では、色分離合成手段のダイクロイックミラーのダイクロイック薄膜を一定の方向で膜厚を変え反射波長特性を変化させた傾斜膜付きの構成とした。この構成により、画面の左右方向で、ダイクロイック薄膜に対する入射角度の違いにより発生する色むらを低減でき、色むらの少ない高画質な画像を得ることが出来る。

【0045】また請求項26に記載の本発明では、R、Bの映像光とGの映像光とを合成する光学素子がプリズムであり、且つそのプリズムのサイズが、R、Bの反射型液晶表示素子の略直前に置かれ、R、Bの光を分離合成する偏光ビームスプリッタプリズムと、Gの反射型液晶表示素子の略直前に置かれた偏光ビームスプリッタ

リズムのサイズに対して大きくなる構成とした。また請求項27に記載の本発明では、R、Bの映像光とGの映像光とを合成するプリズムの光入射面に角面取り部を設けた。この構成により、該面取り部に構造部材あるいは、他の光学部材を配置し、光学素子を筐体に組込む場合に、大きな面取り部に対向する光学素子の角部分を配置させることで、光学配置において互いの干渉を防止することが出来る。また、この角面取り部に筐体を挿入し、各光学素子の保持を容易にすることができ、各光学素子を高密度に配置することが可能となる。これにより、装置全体の小型化、軽量化が可能となる。

【0046】また請求項28に記載の本発明では、各プリズムの上下面に黒色塗料を塗布した構成とした。この構成により、偏光ビームスプリッタプリズムもしくはダイクロイックミラープリズム内部での内部反射を低減出来、より高い画像のコントラストを得ることが出来る。

【0047】

【発明の実施の形態】以下、図面を用いて本発明の実施例を詳細に説明する。

【0048】図1は、本発明の第1の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。

【0049】また図2に本実施例の中で使用されているB光のみの波長を回転させる偏光回転素子9及び16の偏光の回転特性のグラフを示す。グラフの横軸は光の波長を表し、縦軸は偏光回転角を表す。図2に示すように本実施例に使用される偏光回転素子は、波長約550nmの位置に偏光を回転させる中間点を持つ。

【0050】以下、図1を用いて本発明の第1の実施例を詳細に説明する。

【0051】光源1から放射された白色光は、リフレクタにより、略平行光2へと変換される。略平行光2は、R光の成分2R、G光の成分2G、B光の成分2Bから成り、偏光変換素子3によりS偏光へと変換され、RのS偏光4R、GのS偏光4G、BのS偏光4Bとなる。

【0052】反射RB透過ダイクロイックミラー5に入射したRのS偏光4R、BのS偏光4Bは、ダイクロイックミラー面を透過した後、偏光板7を透過しP偏光成分が吸収され、RのS偏光8R、BのS偏光8Bとなる。尚、この位置に偏光板7を配置する理由は、偏光変換素子3による偏光の整流化が十分ではなく、入射光4R、4G、4Bには一部P偏光が含まれ、画像のコントラストを劣化させるためである。偏光板7によりP偏光を吸収させることでより高いコントラストが得られる。

【0053】RのS偏光8RとBのS偏光8Bは、B光の偏光を回転させるための偏光回転素子9に入射し、RのS偏光は変化せず、RのS偏光10Rとなり、BのS偏光は偏光が回転し、BのP偏光10Bとなる。偏光ビームスプリッタプリズム11に入射したRのS偏光10Rはスプリッタ面11aにより反射され、RのS偏光12Rとなり、反射型液晶表示素子13Rに入射する。こ

こで反射型液晶表示素子13Rにより、明るく表示させる光は、RのP偏光14Rとして反射され、暗く表示させる光はRのS偏光のまま反射される。尚、図1では、暗く表示させる場合の光についてはR、G、Bともに省略する。明るく表示させる光、RのP偏光14Rは、再び偏光ビームスプリッタプリズム11に入射し、今度はP偏光であるためスプリッタ面11aを透過し、RのP偏光15Rとなる。

【0054】一方、B光の偏光を回転させる偏光回転素子9を透過したBのP偏光10Bは、偏光ビームスプリッタプリズム11に入射し、スプリッタ面11aを透過してBのS偏光12Bとなり、Bの反射型液晶表示素子13Bに入射する。ここでBの反射型液晶表示素子13Bにより、明るく表示させる光は、BのS偏光14Bとして反射され、暗く表示させる光はBのP偏光のまま反射される。明るく表示させる光、BのS偏光14Bは、偏光ビームスプリッタ11に再度入射し、今回はS偏光であるため、スプリッタ面11aにより反射され、BのS偏光15Bとなり、RのP偏光15Rと合成される。

【0055】合成されたRのP偏光15RとBのS偏光15Bは、B光の偏光を回転させるための偏光回転素子16に入射し、RのP偏光15Rは変化せずにRのP偏光19Rとなり、BのS偏光15Bは偏光が回転し、BのP偏光19Bとなる。R、B共にP偏光となったRのP偏光19RとBのP偏光19Bとは偏光ビームスプリッタプリズム20に入射し、スプリッタ面20aを透過し、RのP偏光21R、BのP偏光21Bとなる。またこの時、RB光共に暗く表示させるS偏光が反射されるため、R、B光共に更にコントラストが改善される。

【0056】また、Gの光については、光源1より出射したGの光2Gは、偏光変換素子3によりGのS偏光4Gに変換された後、G反射RB透過ダイクロイックミラー5により反射され、偏光板25に入射し、P偏光成分がほぼ完全にカットされ、GのS偏光26Gとなり、偏光ビームスプリッタ27に入射する。偏光ビームスプリッタ27に入射したGのS偏光26Gは、スプリッタ面27aにより反射されGのS偏光28GとなりGの反射型液晶表示素子29Gに入射する。ここで明るく表示させる光はGのP偏光30Gとして反射され、再び偏光ビームスプリッタ27に入射し、今回はP偏光であるため、スプリッタ面27aを透過して、GのP偏光31Gとなる。GのP偏光31Gはここで偏光回転素子34に入射して偏光が回転され、GのS偏光35Gとなる。

【0057】GのS偏光35Gは、ここで偏光ビームスプリッタプリズム20に入射し、スプリッタ面20aで反射されGのS偏光36Gとなり、RのP偏光21R、BのP偏光21Bと合成される。ここで合成された映像光はR及びBはP偏光、GはS偏光の成分を持ち、投写レンズ24によりスクリーン等に拡大投写される。

【0058】また本実施例では、各プリズムの上下面に

黒色塗料を塗布した構成となっている。この構成により、偏光ビームスプリッタプリズムもしくはダイクロイックミラープリズム内部での内部反射を低減出来、高いコントラストを得ることが出来る。

【0059】本実施例によれば、映像のコントラスト特性について、Gの反射型液晶表示素子29Gにより反射されたGの映像光31Gは、偏光ビームスプリッタプリズム27のスプリッタ面27aにより暗く表示させる光が十分に反射されるため、コントラストが高い。またRの映像光は偏光ビームスプリッタプリズム11、20のスプリッタ面11a、20aで暗く表示させる光が反射され、良好なコントラストを得ることが出来る。またBの映像光は、偏光ビームスプリッタプリズム20のスプリッタ面20aにより高コントラストにすることが出来る。

【0060】また、本実施例では、B光の偏光を回転させるための偏光回転素子9、16が図2に示すような特性の場合でも、通過するR光及びB光は波長回転角の過渡域の波長の光を含まないため、通過後の楕円偏光が少なく、偏光板18を通過した後に高い画像コントラストを得ることが出来る。更に上記偏光回転素子16を使用するため、画像のコントラスト向上のために、R光とG光、及びG光とB光の間の光をカットする必要がなく、高い光利用率とすることが出来る。

【0061】また本実施例によれば、偏光変換素子3から反射型液晶表示素子13R、29G、13Bまでの距離を略等しくすることが出来、色むらの少ない画像を得ることが出来る。また偏光変換素子3から反射型液晶表示素子までの距離、及び反射型液晶表示素子から投写レンズ24までの距離を、共に反射型液晶表示素子の横辺の長さの約2.5倍にすることが出来、投写レンズのバックフォーカスの短縮化、及び光学系全体の小型軽量化、更には光利用効率の向上を同時に実現出来る。

【0062】図3は、本発明の第2の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。本発明の第2の実施例は、本発明の第1の実施例に対して、R、Bの映像光の光路中の偏光回転素子16を除き、偏光ビームスプリッタ20をダイクロイックミラープリズム39に置き換えたものである。尚、ダイクロイックミラープリズム39のダイクロイックミラー面39aは、Gの波長域の光を反射し、R、Bの波長域の光を透過させる性質を持つ多層薄膜である。

【0063】本実施例の光学系のR光、及びB光に対する作用は、偏光ビームスプリッタプリズム11をから出射する前までは、第1の実施例と同様である。

【0064】偏光ビームスプリッタプリズム11により合成されたRのP偏光15RとBのS偏光15Bは、B光の偏光を回転させるための偏光回転素子16に入射し、RのP偏光15Rは変化せずにRのP偏光19Rとなり、BのS偏光15Bは偏光が回転し、BのP偏光1

9Bとなる。R、B共にP偏光となったRのP偏光19RとBのP偏光19Bとはダイクロイックプリズム39に入射し、ダイクロイック面39aを透過し、RのP偏光41R、BのP偏光41Bとなる。またこの時、R、B光共に暗く表示させるS偏光が反射されるため、R、B光共にコントラストが改善される。

【0065】また、Gの映像光31Gに対する作用は、偏光ビームスプリッタ27から出射するまでは、実施例1と同じとなり、その後にダイクロイックミラープリズム39に入射する。

【0066】ダイクロイックミラープリズム39に入射したGのP偏光31Gは、ダイクロイックミラー面39aで反射されGのP偏光41Gとなり、RのP偏光41R、BのP偏光41Bと合成される。ここで合成された映像光はR、G、B共にP偏光の成分を持ち、投写レンズ24によりスクリーン等に拡大投写される。

【0067】本実施例によれば、第1の実施例の場合と同様の効果が得られると共に、偏光回転素子34を省略し、装置を簡略化することが出来る。

【0068】また、本実施例においては、ダイクロイックミラープリズム39をダイクロイックミラーに置き換えても同様な効果が得られる。またダイクロイックミラー5及び前記合成用ダイクロイックミラープリズムもしくはダイクロイックミラーのダイクロイック膜に傾斜膜等を自由設定できるので、均一な色純度の高い映像が得られる。図4は、本発明の第3の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。

【0069】本発明の第3の実施例は、本発明の第2の実施例に対して、R、Bの液晶表示素子13R、13Bの位置を入れ替え、R、Bの照明光入射面の偏光板7をB光専用の偏光板46に変更し、B光の偏光を回転させるための偏光回転素子9、16をR光の偏光を回転させるための偏光回転素子42、43に変更したものである。

【0070】図5は、本実施例に使用したB光専用の偏光板の波長透過率特性及び全波長域用の偏光板の波長透過率特性を示すグラフである。図5に示すように本実施例に使用されるB光専用の偏光板は、Bの波長域の光に対しては偏光板として働くが、Rの波長域の光に対しては、吸収軸、透過軸共に透過し、偏光板としては働かない。

【0071】本実施例の光学系のR光、及びB光に対する作用は、B光専用偏光板46に入射する以前、及びダイクロイックプリズム39に入射した以後は第2の実施例と同様である。

【0072】G反射R、B透過ダイクロイックミラー5を透過したBのS偏光4BはB光専用偏光板46により、P偏光成分が吸収されBのS偏光8Bとなる。BのS偏光8BはR光の偏光を回転させるための偏光回転素子42を透過し、BのS偏光10Bとなり、偏光ビームスプ

リットアップリズム11に入射する。偏光ビームスプリッタプリズム11のスプリッタ面11aにより反射されたBのS偏光10BはBのS偏光12Bとなり、Bの反射型液晶表示素子13Bに入射する。Bの反射型液晶表示素子13Bにより反射されたB光は、明るく表示させる場合、BのP偏光14Bとなり、再度偏光ビームスプリッタプリズム11に入射する。BのP偏光14Bはスプリッタ面11aを透過する。この際、暗く表示させるS偏光はスプリッタ面11aにより反射されるため、Bの映像光は高いコントラストを持つことができる。ここでBのP偏光14BはR光の偏光を回転させるための偏光回転素子43を透過し、BのP偏光17Bとなってダイクロックミラープリズム39に入射する。

【0073】G反射RB透過ダイクロックミラー5を透過したRのS偏光4Rは、B光専用の偏光板46を透過し、R光の偏光を回転させるための偏光回転素子12を透過し、RのP偏光10Rとなって、偏光ビームスプリッタプリズム11に入射する。RのP偏光10Rは、スプリッタ面11aを透過するが、この際にRのS偏光成分はスプリッタ面11aにより反射され、S偏光成分をほぼ含まないRのP偏光12Rとなり、Rの反射型液晶表示素子13Rに入射する。Rの反射型液晶表示素子13Rにより反射されたRの映像光は、明るく表示させる場合、RのS偏光14Rとなり、再度偏光ビームスプリッタプリズム11に入射する。スプリッタ面11aにより反射されたRのS偏光14RはR光の偏光を回転させるための偏光回転素子13に入射し、RのP偏光17Rとなり、ダイクロックミラープリズム39に入射する。ダイクロックプリズム39に入射したRの映像光は、ダイクロック面39aにより、暗く表示させるS偏光が反射され、高いコントラストを持つRのP偏光21Rとなってダイクロックプリズム39より出射する。

【0074】尚、本実施例の光学系のG光に対する作用は、第2の実施例とほぼ同様である。

【0075】本実施例によれば、本発明の第2の実施例とほぼ同様な効果が得られると共に、R、B用の照明光入射側の偏光板をB専用の偏光板とすることが出来、より高輝度化を図ることが出来る。

【0076】図6は、本発明の第4の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。

【0077】本発明の第4の実施例は、本発明の第1の実施例に対して、偏光ビームスプリッタプリズム11と偏光回転素子16と偏光ビームスプリッタプリズム20と偏光回転素子34と偏光ビームスプリッタ27とを互いに張り合わせたものである。

【0078】本実施例の光学系のR、G、B光に対する作用は、第1の実施例と同様である。

【0079】また本実施例の偏光ビームスプリッタ11、27は偏光ビームスプリッタ20よりサイズが小さくなっている。これにより、反射型液晶表示素子から出

射する映像光がプリズム側面でケラレない状態で光学系全体の構成を小型化出来る。

【0080】また、本実施例の構成により、偏光ビームスプリッタプリズムのような光学素子20に角面取り部49を設け、ここにこの支持部材を設ける、もしくはダイクロックミラー5や偏光板7、25のような光学部材の支持部を設けることで、光学部材の保持及び位置決めを容易にし、量産時における組み付け時間を短縮、さらに投射型映像表示装置全体のコスト低減も可能となる。

【0081】本実施例によれば、本発明の第1の実施例の場合とほぼ同様な効果が得られると共に、光学系全体の構成を小型化出来、また量産時における組み付け時間を短縮、さらに投射型映像表示装置全体のコスト低減も可能となる。

【0082】図7は、本発明の第5の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。

【0083】図7の実施例は、反射型液晶表示素子13R、29G、13Bを3原色のR、G、Bに対応させた反射式3板液晶プロジェクタの装置全体を示している。

【0084】以下図7を用いて本発明の第5の実施例を詳細に説明する。

【0085】図7における光源1は、超高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ、水銀キセノンランプ、ハロゲンランプ等の白色光源である。

【0086】光源1から放射された白色照明光は楕円面または放物面または非球面の反射面を持つリフレクタ1aにて略平行光へと変換され、第1のアレイレンズ150に入射する。第1のアレイレンズ150はリフレクタ1aの出射開口と略同等サイズの矩形枠に設けられた複数の集光レンズにより構成され、前記略平行光を第2のアレイレンズ151上に複数の2次光源像として集光させる。第2のアレイレンズ151は第1のアレイレンズと略同一の外形サイズを持ち、また同数の集光レンズにより構成され、前述の複数の2次光源像が形成される近傍に配置される。また第2のアレイレンズ151の個々の集光レンズは、第1のアレイレンズ150の個々のレンズ像を液晶表示素子13R、29G、13Bに結像させる効果を持つ。

【0087】第2のアレイレンズ151を透過した白色照明光は第2のアレイレンズ151の各々のレンズの横方向のピッチに適合するように配置された、各々のレンズ幅の略1/2の幅を持つ菱形プリズムの列へ入射する。このプリズムの反射面には偏光ビームスプリッタ152の膜付けが施されており、入射光は、この偏光ビームスプリッタ152にてP偏光とS偏光に分離される。P偏光は、そのまま偏光ビームスプリッタ152内を直行し、このプリズムの出射面に設けられた偏光回転素子153により、偏光方向が90°回転され、S偏光となり出射される。一方、S偏光は、偏光ビームスプリッタ

152により反射され、隣接する菱形プリズム内で本来の光軸方向にもう一度反射してからS偏光として出射される。

【0088】この菱形プリズム及び偏光回転素子153により、照明光はS偏光を持つ光へと変換される。

【0089】ここで、従来の反射型液晶表示素子を用いた投射型液晶表示装置では入射側偏光板と反射液晶表示素子の組合せにより、S偏光もしくはP偏光の一方向の偏光光しか使用出来ないため光量が約半分になっている。しかし、偏光ビームスプリッタ152及び偏光回転素子153を用いることで、光源1から出射されるランダムな偏光成分を持つ照明光の偏光方向を描いて反射型液晶表示素子13に入射させることができ、理想的には従来の投射型液晶表示装置の2倍の明るさが得られる。

【0090】また、第1、第2のアレイレンズ150、151は、リフレクタ15から出射した照明光を第1アレイレンズ150で分割し、第2アレイレンズ151により個々のアレイ像を再度液晶表示素子13で重ね合わせることで、画面の中央、周辺部等での明るさむらの少ない均一な画質が得られる。

【0091】偏光ビームスプリッタ152から出射したS偏光成分の照明光はコンデンサレンズ154に入射する。コンデンサレンズ154は、1枚かまたは複数枚の構成であり、正の屈折力を有し、この照明光をさらに集光させる作用を持つ。コンデンサレンズ154を透過した照明光はミラー155、156により光軸方向を曲げられ、コンデンサレンズ157に入射する。このコンデンサレンズ157は、反射型液晶表示素子13の周辺部に入射する照明光の主光線の偏光ビームスプリッタプリズムに対する入射角度をほぼ垂直にし、偏光ビームスプリッタプリズムの角度依存性から発生する色むらを低減させる。

【0092】次に、照明光はG透過RB反射ダイクロイックミラー158に入射する。尚、本実施例ではG透過RB反射ダイクロイックミラー158はダイクロイックミラープリズムでも同様の効果を持つ。照明光はここでG透過RB反射ダイクロイックミラー158により、G光とR、B光とに2分割され、それぞれの偏光板25、27を透過した後、色専用の偏光ビームスプリッタ27、11に入射する。G光は直進し、G専用の偏光ビームスプリッタプリズム27に入射することになる。この時入射光はS偏光なので偏光ビームスプリッタ反射面で反射され、G用反射型液晶表示素子29Gへ入射する。また、B光とR光は偏光板27を透過し、その後B光波長域の光のみ偏光方向を回転させる偏光回転素子9を通過してB光の偏光をS偏光光からP偏光光に変換し、R、B専用偏光ビームスプリッタプリズム11に入射する。ここでB光は、RB専用偏光ビームスプリッタ11を直進してB用反射型液晶表示素子13Bに入射する。一方、R光はS偏光のままとなり、R、B専用偏光ビームスプ

リッタ11の反射面にて反射された後、R用反射型液晶表示素子13Rに入射する。

【0093】尚、上記配置例はひとつの具体例であり、本実施例はこれに限定するものではなく、RがP偏光光に変換され、RとBの反射型液晶表示素子の位置を入れ替えてもよく、これとは別にR、Bの反射型液晶表示素子13R、13B及び偏光ビームスプリッタ11と、Gの反射型液晶表示素子29G及び偏光ビームスプリッタプリズム27との位置を入れ替える等、実施例1から4に示す光学系を使用した場合も本実施例が有する効果を得ることは出来る。

【0094】入射照明光はその後、各色用の反射型映像表示素子13で映像信号に応じて偏光を回転された映像光に変換され、再び各色専用偏光ビームスプリッタ11、27に入射し、反射面にてS偏光は反射され、P偏光は透過する。

【0095】この反射型映像表示素子13R、39G、13Bは、表示する画素に対応する（例えば横1024画素縦768画素各3色など）数の液晶表示部が設けられている。そして、外部より駆動される信号に従って、各画素の偏光回転各角度が変わり、明るく表示させる光に対しては入射の偏光方向と直交方向になった光が反射され、偏光ビームスプリッタ11、27により投写レンズ24に向かって映像光が出射される。また暗く表示させる場合は、反射光は入射光と同一方向の偏光方向となり、そのまま入射光路に沿って光源側に戻される。

【0096】その後、映像光となったRGB各色の光はG透過RB反射ダイクロイックミラープリズム159により再び合成されて、例えばズームレンズであるような投写レンズ24を通過し、スクリーンに到達する。前記投写レンズ24により、反射型液晶表示素子13R、29G、13Bに形成された画像は、スクリーン上に拡大投影され表示装置として機能するものである。この3枚の反射型液晶表示素子を用いた反射型液晶表示装置は、電源160により、ランプ、パネル等の駆動を行っている。

【0097】従って、本発明によるG専用、RB専用偏光ビームスプリッタを2個用いる構成は小型、軽量化を達成できるとともに、さらには色純度を制御でき、さらに色むら等を改善し、性能向上を同時に実現することができ、コンパクトで高輝度、高画質の投射型映像表示装置を実現できる。

【0098】また本発明の投射型映像表示装置は、反射型液晶表示素子の略直前に配置される偏光ビームスプリッタに入射される特定波長帯域の光に対し、そのP偏光の透過効率あるいは反射効率、S偏光の透過効率あるいは反射効率がピーク値をとるように、限定波長域専用の膜付けを施した構成、たとえば500nm近傍から600nm近傍迄の波長帯域のG光専用の最適な誘電体多層膜付けを施したG専用偏光ビームスプリッタ27、

400nm近傍から500nm近傍迄と、600nm近傍から700nm近傍迄の2つ以上の波長帯域でのR光およびB光専用の最適な誘電体多層膜付けを施したRB専用ビームスプリッタ11を用いる事が出来、誘電体多層膜の膜付けが容易となり、かつ透過効率および反射効率、さらには上記分光効率も従来よりも向上する。このため、高精度な色再現性と高輝度および高効率コントラストの両立化を実現した反射型液晶表示装置を提供できる。さらに、場合によりダイクロイック膜に傾斜膜を付加することにより、より均一性のとれたかつ色純度の高い映像を提供できる。

【0099】また、本発明の投写型映像表示素子は、G光とR、B光とを分離した後で、且つ偏光ビームスプリッタプリズム11、27に入射する前に、偏光板25、7を設置する構成であることから、偏光板の光入射面にG光及びR光の色純度を補正するカラーフィルタもしくはダイクロイックフィルタ161、162等を設けることが容易となり、高い単色の色純度と高光利用率を両立させることが出来る。

【0100】図8は、本発明による第6の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。本発明の第7の実施例は、本発明の第5の実施例に対して、コンデンサレンズ157を3つ、163R、163G、163Bとし、設置位置を反射型液晶表示素子13と偏光ビームスプリッタプリズム27、11の間としてある。また色分離ダイクロイックミラーのダイクロイック薄膜は傾斜薄膜である。

【0101】また、本実施例では、反射型液晶表示素子13とコンデンサレンズ163とを一体化しているが、離して設置した場合、もしくはコンデンサレンズ163を表裏逆に設置して偏光ビームスプリッタプリズム27、11と一体化した場合も同様の効果を得ることが出来る。

【0102】本実施例の光学系のR、G、B光に対する作用は、第5の実施例とほぼ同様である。また本実施例は、コンデンサレンズの位置を反射型液晶表示素子の略直前とすることで、偏光ビームスプリッタ27、11及びダイクロイックミラープリズム159内での内面反射を少なくし、よりコントラストの高い高画質な画像を得ることが出来る構成となっている。

【0103】また、本実施例ではダイクロイックミラーに入射する画面周辺部に対応した照明光の主光線の角度が画面中心に対応した主光線に対して平行でなくなるため画像の左右方向に色むらが発生しやすいが、ダイクロイック薄膜を傾斜薄膜とすることで色むらの少ない画像を得る事が出来る。

【0104】また、本実施例では、コンデンサレンズ163の第1合成焦点を投写レンズ24の絞り面近傍に設定し、且つコンデンサレンズ163の中心軸を反射型液晶表示素子13の中心と一致させ、且つ投写レンズ24

の中心軸をパネル中心に対して上方に偏心させることで投写画像をプロジェクタセットに対して上方に偏心させると共に、画像中心と周辺部との輝度差の少ない良好な画像を得ることが出来る。

【0105】図9は、本発明による第7の実施例の液晶プロジェクタ光学系の概略上面図である。本発明の第7の実施例は、本発明の第6の実施例に対して、コンデンサレンズ164を設置し、且つコンデンサレンズ165とコンデンサレンズ164との合成された焦点距離が、前記実施例6のコンデンサレンズ163とほぼ同じになるように設定したものである。

【0106】本実施例の光学系のR、G、B光に対する作用は、第6の実施例とほぼ同様である。本実施例は、コンデンサレンズを2つに分けることにより、コンデンサレンズ165のパワーをより小さく設計出来、画像のフォーカス劣化を少なくする作用を持つ。また偏光ビームスプリッタプリズム11、27を通過する主光線の角度をより小さく出来るので、色むらの発生をより小さくすることが出来る。

【0107】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、光の利用率高く、かつ画像のコントラストの高い液晶プロジェクタ用光学エンジン及びそれを用いた液晶プロジェクタを得ることが出来る。

【0108】また、本発明によれば、小型・軽量で、画像の色むらが少なく、かつフォーカス性能の良い液晶プロジェクタ用の光学エンジン及び液晶プロジェクタを得ることが出来る。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図2】本発明の第1の実施例の液晶プロジェクタ光学系に使用される偏光回転素子であって、B光の偏光を回転させるための偏光回転素子の波長特性を示すグラフである。

【図3】本発明の第2の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図4】本発明の第3の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図5】本発明の第1の実施例の液晶プロジェクタ光学系に使用される偏光板であって、B光に対し偏光吸収特性を持つ偏光板の透過率を示すグラフである。

【図6】本発明の第4の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図7】本発明の第5の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図8】本発明の第6の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図9】本発明の第7の実施例の液晶プロジェクタ光学系の上面図である。



【図10】従来の反射型液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図11】従来の液晶プロジェクタ合成光学系の上面図である。

【図12】従来の反射型液晶プロジェクタ光学系の上面図である。

【図13】偏光ビームスプリッタプリズムの波長透過率特性を示すグラフである。

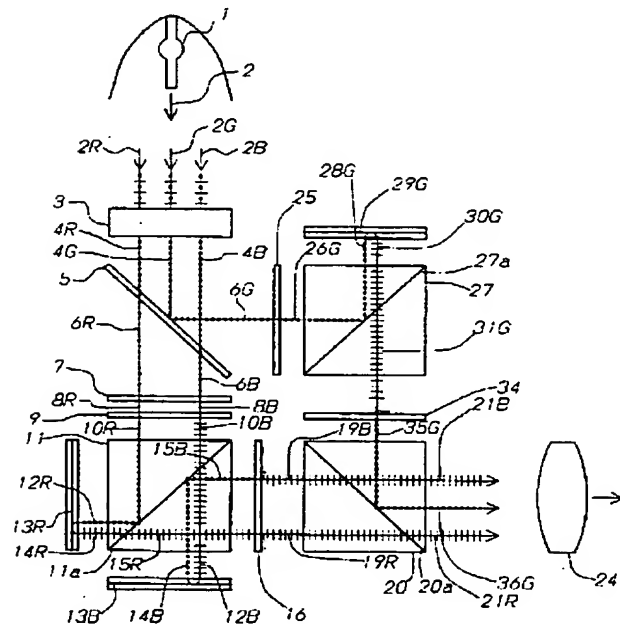
【符号の説明】

1…光源、3…偏光変換素子、5…G反射R B透過ダイクロイックミラー、7…偏光板、9…B光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、11…偏光ビームスプリッタ、13R…Rの反射型液晶表示素子、13B…Bの反射型液晶表示素子、16…B光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、18…B光のみの偏光を吸収する性質を持つ偏光板、20…偏光ビームスプリッタ、24…投写レンズ、25…偏光板、27…偏光ビームスプリッタ、29G…Gの反射型液晶表示素子、34…偏光回転素子、39…ダイクロイックミラープリズム、42…R光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、43…R光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、46…偏光板、49

…角面取り部、83a…偏光板、85…偏光ビームスプリッタプリズム、86…色分離合成プリズム、86R…R反射ダイクロイックミラー、86B…B反射ダイクロイックミラー、87R…Rの反射型液晶表示素子、87G…Gの反射型液晶表示素子、87B…Bの反射型液晶表示素子、89…偏光板、90…投写レンズ、93R…Rの画像表示素子、93G…Gの画像表示素子、93B…Bの画像表示素子、95…偏光ビームスプリッタプリズム、96…G光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、98…偏光ビームスプリッタ、99…B光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、101…投写レンズ、110…RG光源、112…偏光変換素子、113…G光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、115…偏光ビームスプリッタプリズム、116R…Rの反射型液晶表示素子、116G…Gの反射型液晶表示素子、117R…RのP偏光、117G…GのS偏光、118…G光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、120…偏光ビームスプリッタプリズム、122…B光のみの偏光を回転させる偏光回転素子、123…偏光板、124…投写レンズ、125…B光源、127…偏光変換素子、130B…Bの反射型液晶表示素子。

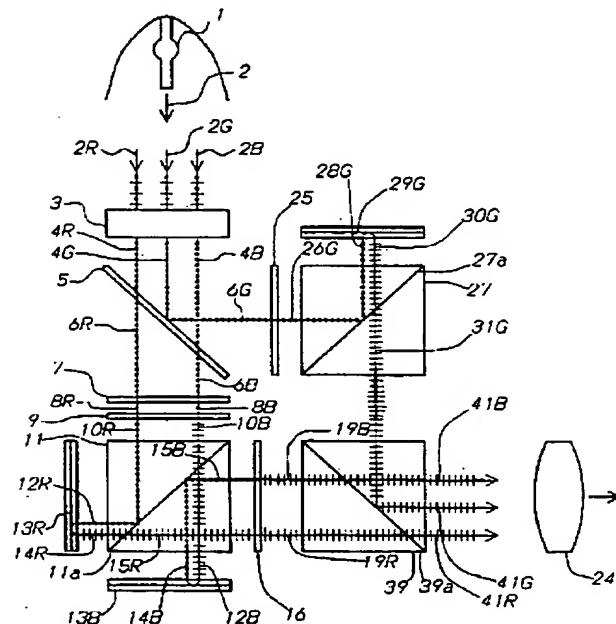
【図1】

図1

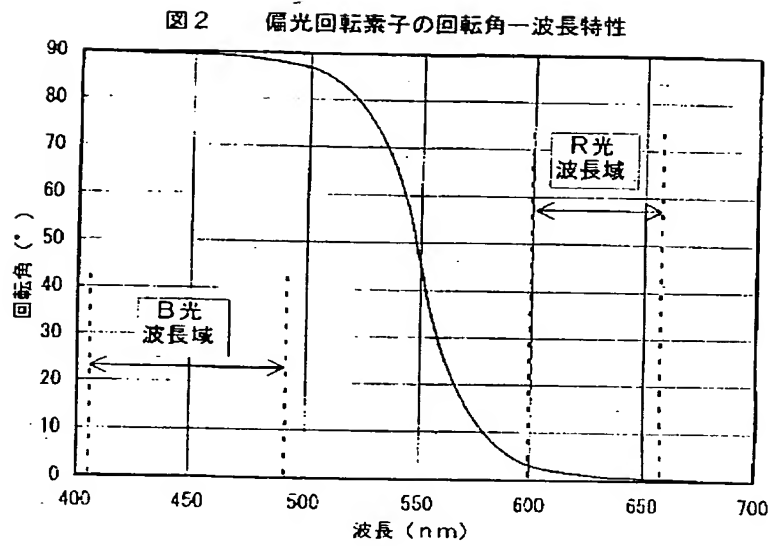


【図3】

図3

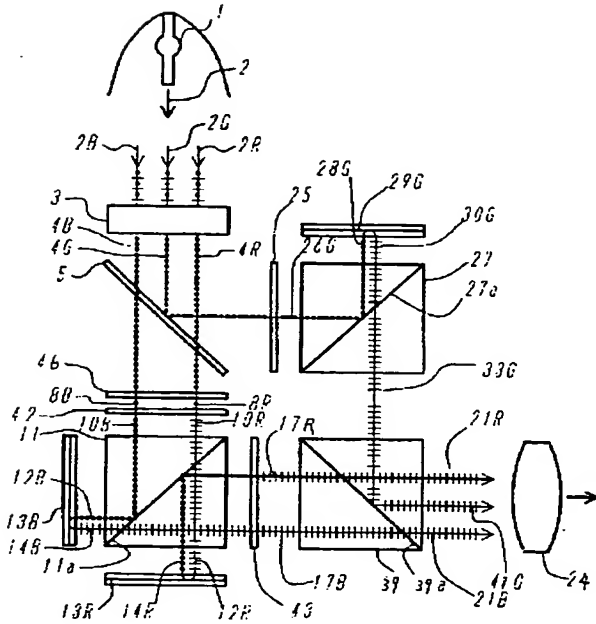


【図2】



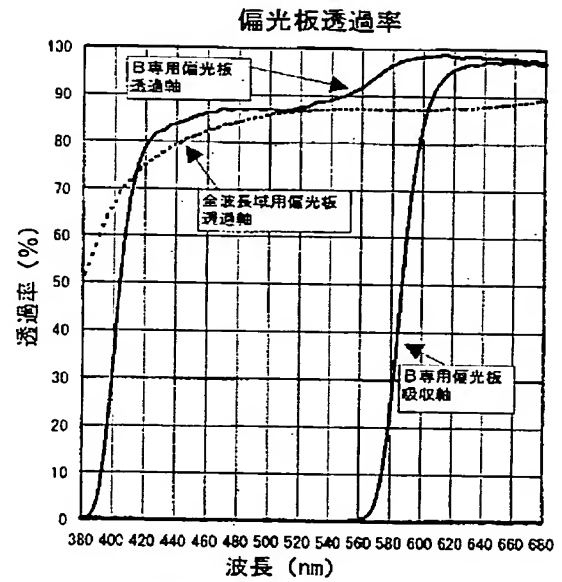
【図4】

図4



【図5】

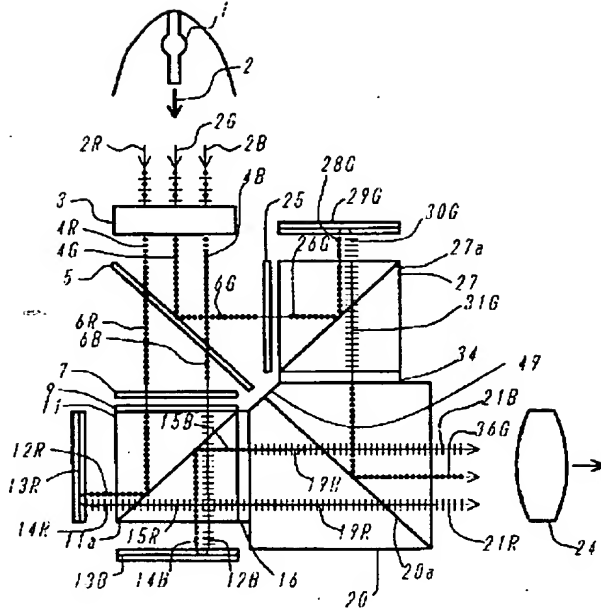
図5





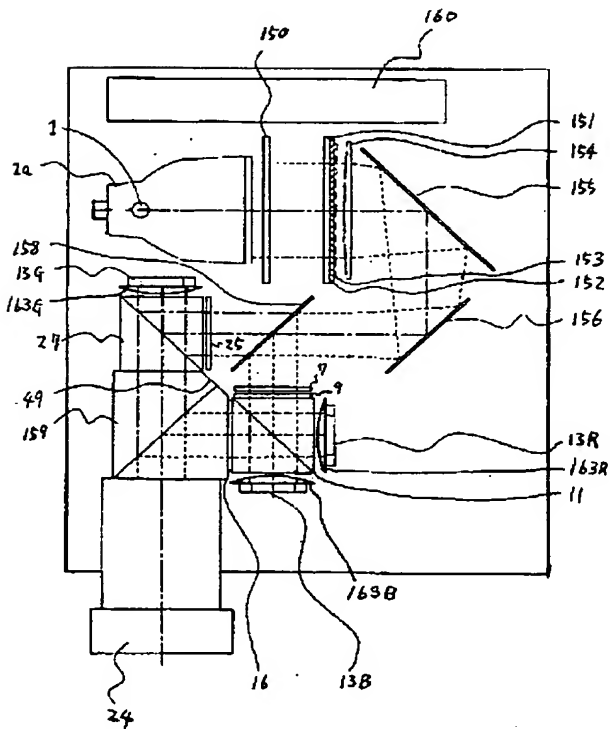
【図6】

図6



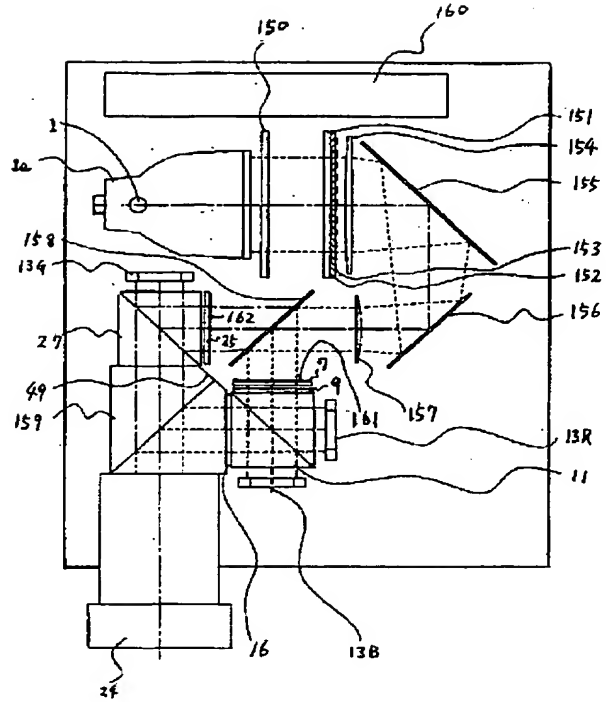
【図8】

図8



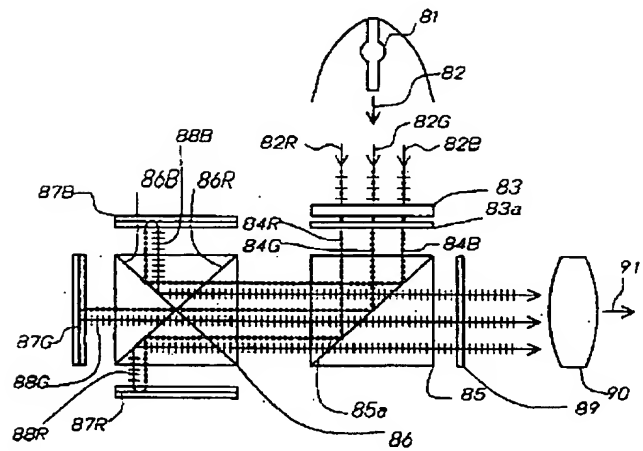
【図7】

図7



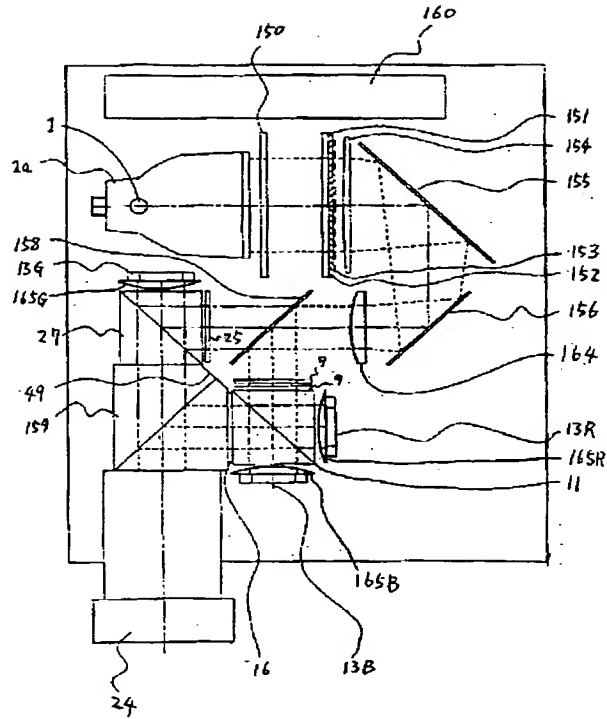
【図10】

図10



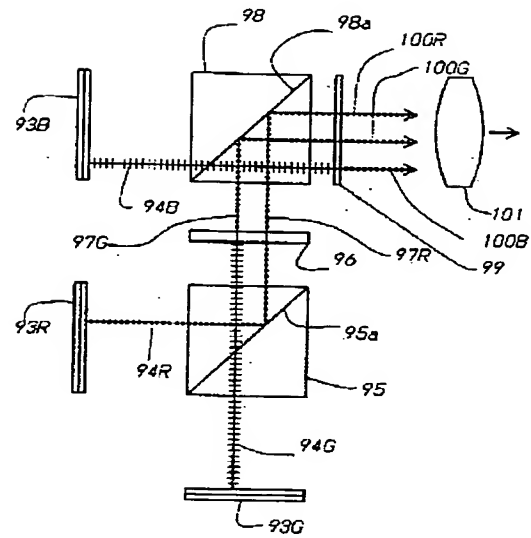
【図9】

図 9



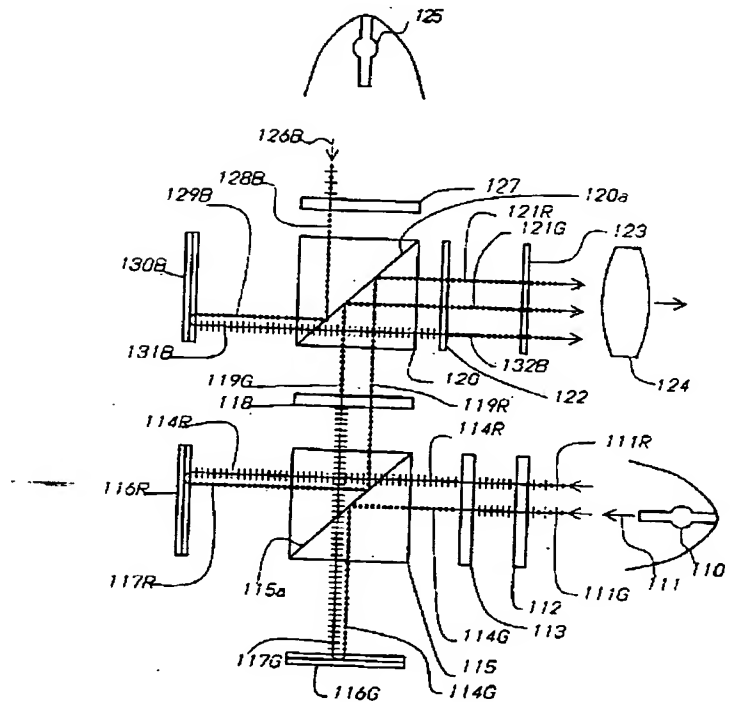
【図11】

図 11

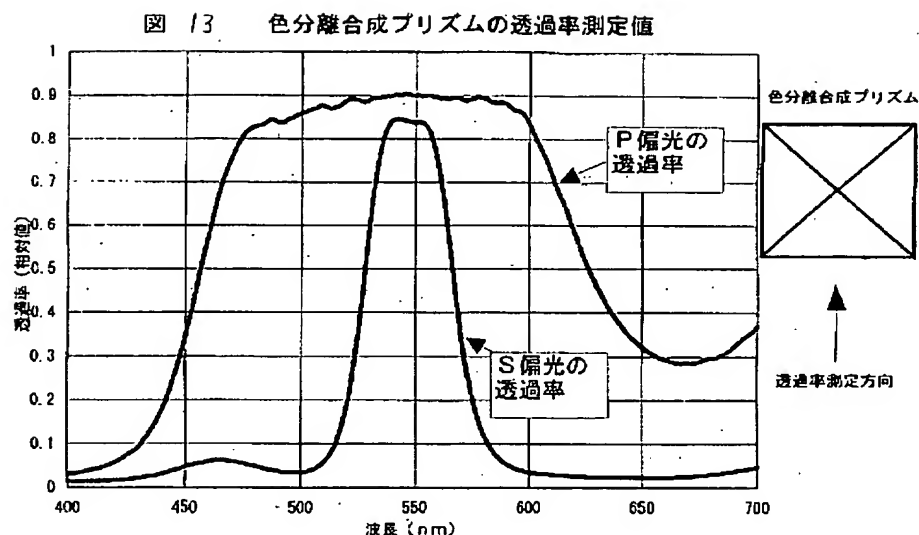


【図12】

図 12



【図13】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	識別記号	F I	特コード (参考)
G 0 9 F 9/00	3 6 0	G 0 9 F 9/00	3 6 0 E

(72)発明者 今長谷 太郎  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内

(72)発明者 三好 智浩  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内

(72)発明者 小沼 順弘  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 出口 雅晴  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 角田 隆史  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 仕明 卓也  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 中島 努  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 山崎 太志  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 山口 英治  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

(72)発明者 阿部 福億  
神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地 株式会社日立製作所デジタルメディアシステム事業部内

Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 EA16 HA13 HA18  
HA20 HA24 HA25 HA28 MA02  
MA06  
2H091 FA05X FA08X FA10X FA14X  
FA26X FA26Z FA29X FA41X  
LA11 LA16 LA17 MA07  
2H099 AA12 BA09 BA17 CA02 CA11  
DA09  
5G435 BB12 BB16 BB17 CC12 DD06  
DD09 FF05 GG02 GG03 GG04  
GG12 GG23 LL15